

2) 04712669
EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000023173
PUBLICATION DATE : 21-01-00

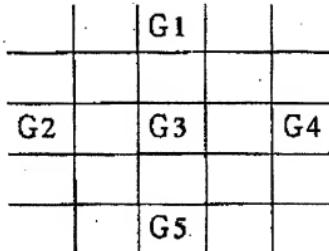
APPLICATION DATE : 01-07-98
APPLICATION NUMBER : 10186504

APPLICANT : EASTMAN KODAK JAPAN LTD;

INVENTOR : KOMATA KYOICHI;

INT.CL. : H04N 9/07

TITLE : NOISE ELIMINATION METHOD FOR
SOLID-STATE COLOR IMAGE PICKUP
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate noise while suppressing the blunting of an edge for images obtained from a solid-state color image pickup device.

SOLUTION: Laplacian filters are respectively constituted for a vertical direction (G1, G3 and G5) and a horizontal direction (G2, G3 and G4) with a green pixel G3 under consideration as a center. The smaller one of the output value of the laplacian filters is judged as the direction of the edge at the position of G3. For the edge direction obtained in such a manner, a Wiener filter is constituted. For instance, in the case of judging that the edge direction is vertical, the Wiener filter is constituted of the pixel values of G1, G3 and G5. A noise level used for the arithmetic operation of the Wiener filter is estimated based on the pixel value at G3. By the Wiener filter, the pixel value from which the noise is eliminated for G3 is obtained.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-23173

(P2000-23173A)

(13)公開日 平成12年1月21日(2000.1.21)

(51)IntCL
H 04 N 9/07

機別記号

F I
H 04 N 9/07F-12-1' (参考)
A 5 C 0 6 6
C

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-186504

(71)出願人 000101891

(22)出願日 平成10年7月1日(1998.7.1)

イーストマン・コダックジャパン株式会社
東京都品川区北品川4丁目7番35号

(72)発明者 宮野 俊樹

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イーストマン・コダック ジャパン株式会社内

(73)発明者 小林 翠一

東京都品川区北品川4丁目7番35号 イーストマン・コダック ジャパン株式会社内

(74)代理人 100078258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

Pターム(参考) 50066 A001 B022 C001 D002 E005
E006 G003

(54)【発明の名称】 四体カラー撮像デバイスのノイズ除去方法

(57)【要約】

【課題】 四体カラー撮像デバイスから得られた画像について、エッジの純化を抑制しつつノイズを除去する。

【解決手段】 注目する縦画素G3を中心として縦方向(G1, G3, G5)と横方向(G2, G3, G4)についてそれぞれラブリッシュフィルタを構成する。このラブリッシュフィルタの出力値の小さい方が、G3の位置におけるエッジの方向と判定される。このように求めたエッジ方向について、ウィーナーフィルタを構成する。例えばエッジ方向が縦と判定された場合は、G1, G3, G5の画素値によりウィーナーフィルタを構成する。ウィーナーフィルタの演算に用いるノイズレベルは、G3における画素値に基づき推定する。このウィーナーフィルタにより、G3についてのノイズが除去された画素値を得ることができる。

	G1	
G2	G3	G4
		G5

【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体カラー撮像デバイスにより得られた画像のノイズを除去する方法であって、

注目画素の画素値とその近傍の同色画素の画素値に基づき、前記注目画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、

前記注目画素の画素値と、前記判定で求められたエッジの方向について前記注目画素に近接する同色画素の画素値と、の平均及び分散を求める、

前記平均及び分散を用いて、前記判定で求められたエッジの方向についてノイズ除去フィルタを構成し、このフィルタにより前記注目画素のノイズを除去するノイズ除去方法。

【請求項2】 前記判定は、各方向ごとに前記注目画素と当該方向について前記注目画素に近接する同色画素とでラブリアンフィルタを構成し、これら各方向のラブリアンフィルタの出力同士を比較し、ラブリアンフィルタの出力が最小となる方向をエッジの方向とするこれを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記ノイズ除去フィルタは、ウィーナーフィルタであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記ウィーナーフィルタの構成に当たり、前記平均に基づき前記注目画素のノイズレベルを推定し、このノイズレベルを前記ウィーナーフィルタに反映させることを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項5】 ベイエータイプの色フィルタを持つ固体カラー撮像デバイスにより得られた画像のノイズを除去する方法であって、

緑画素については、当該画素とその近傍の緑画素に基づき当該画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、当該画素の画素値と、前記判定において求められたエッジの方向における緑画素の画素値との平均及び分散を求める、前記平均に基づき当該画素のノイズレベルを推定し、前記平均及び分散と前記ノイズレベルとを用いて、前記判定において求められたエッジの方向についてウィーナーフィルタを構成し、このウィーナーフィルタにより当該画素のノイズを除去し、

赤画素及び青画素については、各画素ごとに近傍の緑画素の画素値の補間によって当該画素位置における緑値を求めると共にこの緑値と当該画素自体の画素値に基づき当該画素における色差を求め、当該画素及びこれに近接する同色画素の前記色差の平均及び分散を求める、前記平均に基づき当該画素のノイズレベルを推定し、前記平均及び分散と前記ノイズレベルとを用いてウィーナーフィルタを構成し、このウィーナーフィルタにより当該画素のノイズを除去する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、固体カラー撮像デ

バイスにより得られた画像のノイズ除去の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 CCDなどの固体カラー撮像デバイスを利用したビデオカメラや電子スチルカメラなどが普及している。このような固体カラー撮像デバイスでえた画像にノイズが含まれる場合、ノイズ除去が必要となる。画像のノイズ除去のためには、従来一般に、画鋲信号をローパスフィルタに通すことにより高周波成分を抑圧する回路的な手法や、メディアンフィルタなど平滑化作用を持つ空間フィルタを画像に作用させるデジタル演算的な手法などが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ローパスフィルタを用いる手法は、ノイズの周波数が既知で、しかもノイズと本来の画像信号とが両波数帯に分離可能の場合には有効である。しかしながら、そのような条件が満たされることは一般的にまれである。この方法は簡便かつ高速ではあるが、効果が薄い場合も少なくなかった。また、ローパスフィルタにより高周波成分を除去すると、画像のシャープさが損なわれるという問題もあった。

【0004】 メディアンフィルタは、近傍画素群の画素値の中央値を求めるのに比較的時間を要するため、処理時間が比較的長くなってしまうという問題があった。また、メディアンフィルタは、糊い状況のエッジやループエッジ(画素値の分布が山状になるときの電極の部分のエッジ)などのエッジが钝化する可能性があり、解像度の低下をもたらすおそれがあった。

【0005】 また、固体撮像デバイス(特にCCD)には、その出力値(明るさ)に応じてノイズ量が異なるという性質があるが、上記手法はすべての画素に対し同じフィルタを使用させるものであるため、すべての出力値に対して十分な強度のフィルタを作用させると、ノイズの少ない画素についてはフィルタが強くなりすぎてエッジの钝化などの副作用が大きくなりすぎ、かといってこれを避けるためにフィルタを弱くすると、十分なノイズ除去効果が得られない画素が出てくるという問題があつた。

【0006】 本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、固体カラー撮像デバイスから得られた画像において、線的なエッジをも保存して解像度を落とすことなくノイズ除去を行うことを目的とする。また、本発明は、ノイズ量に応じて適応的にフィルタ強度を調節することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するためには、本発明に係る固体カラー撮像デバイスのノイズ除去方法は、注目画素の画素値とその近傍の同色画素の画素値に基づき、前記注目画素が前記画像のどの方向のエッジ上にあるかを判定し、前記注目画素の画素値と、前

記判定で求められたエッジの方向について前記注目画素に近接する同色画素の画素値と、の平均及び分散を求め、前記平均及び分散を用いて、前記判定で求められたエッジの方向についてノイズ除去フィルタを構成し、このフィルタにより前記注目画素のノイズを除去することを特徴とす。

【0008】この方法では、注目画素がどの方向のエッジの上にあるかを求め、注目画素近傍の同色画素（すなわち注目画素と同色の画素）のうちそのエッジの方向にあるものののみを選択してノイズ除去フィルタを構成する。

【0009】一般に、エッジ方向に沿っては画素値の変化は少ないのにに対し、それ以外の方向に沿っては画素値が大きく変化する。従来のメディアアンリフタを用いる手法では、処理の際に画素値が大きく変化する方向的情報をも必然的に利用してしまうため、注目画素の画素値が、直の大きき異なる近傍画素の画素値に置き換えられる可能性があり、これがエッジの純化につながっている。これに対し、本発明では、エッジの方向の情報のみを選択して用いる構成としたので、そのような問題は起

こらへ。したがって、本発明によれば、解像度の劣化を防止しつゝ、ノイズ除去を行うことができる。
【0010】なお、この方法を各色画素のうち画素の輝度に影響の強い色（例えば緑）の画素に適用すれば、輝度の劣化を効果的に抑えつつノイズ除去を行うことができる。

【0011】この方法において、注目画素を中心として各方向にラブリシャンフィルタを構成し、出力値が最小となるラブリシャンフィルタの方向をエッジの方向とすることが好適である。

【0012】また、この方法において、ノイズ除去フィルタとしてウイーナーフィルタを用いることが好適である。ウイーナーフィルタは、ノイズが大きいときは注目画素近傍の画素群の平均値を出しし、ノイズが小さいときは注目画素自体の画素値を出すする。すなわち、ノイズの強さに応じて適切にフィルタの強さが変わるので、ノイズの強さに応じ常に適切強さのフィルタ作用を与えることができる。なお、ウイーナーフィルタの構成に当たり、E方向についての注目画素及び同色画素の平均に基づき注目画素のノイズレベルを推定し、このノイズレベルをウイーナーフィルタに反映させることも好適である。この方法では、注目画素の画素値(平均値)に応じてノイズレベルを求める、このノイズレベルをウイーナーフィルタに反映させたので、出力(画素値)が大きいほどノイズレベルが高くなるという固体カラーレンズデバイスの特性を考慮して、すべての画素値において切替印ノイズ除去を行なうことができる。

【0013】また、本発明では、輝度に影響が強い（すなわち解像度に影響の強い）輝画素について、上述のエッジ方向を考慮したウイーナーフィルタを構成し、解

儀度への影響よりも色ノイズへの影響の方が顕著な赤画素及び青画素については、補間処理により当該画素位置における緑値を求め、この緑値と当該画素の画素値(赤画素又は青画素)との差値についてウィーナーフィルタを構成する。この方法では、鮮度度に影響の強い画素については、エッジ方向を考慮したウィーナーフィルタにより解像度の劣化を抑えつつノイズ抑制ができ、赤画素及び青画素については色差をベースにフィルタ処理を行うことにより、少ない演算量で効果的にノイズ除去を行なうことができる。

[0014]

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態（以下実施形態といふ）について、図面に基づいて説明する。以下では、国体カラーターミナルとして、ベイヤー（Bayer）タイプの色フィルタレイヤを有するCCD（電荷結合要素）を例にとって説明する。

【0015】図1は、ベイエータイプにおける色フィルタの配列パターンを示す図である。図において、Rは赤のカラー信号を取り出すための赤画素用のフィルタである。同様にGは緑画素用フィルタ、Bは青画素用フィルタを示す。各色の色フィルタは、CCDの各セル（画素）に対応して設けられる。以下、このような色フィルタレイアを持つCCDから得られる画像のノイズ除去方法を説明する。

【0016】(1) 線画素のノイズ除去
まず、輝度信号の元になり、画像の解像度に強い影響を与える線画素についてのノイズ除去の手順について図2を参照して説明する。

【0017】図2は、ペイヤータイプのCCDの各色画素配列のうち緑(G)画素を特に取り出して示したものであり、個々の赤青画素の区別のためにG1, G2, ..., とそれぞれに符号を付す。以下、この図における緑画素G3を注目画素とし、この注目画素のノイズ除去について説明する。

【0018】まず、G3が縦方向のエッジ上にあるか横方向のエッジ上にあるかを判定する。この判定のため、G3について、縦方向及び横方向のラブリッシュンフィルタを構成する。すなわち、次の2式を計算する。

100197

【数1】

$$DV = \text{abs}((-G1+2*G3-G5)) \quad \dots (1)$$

ここでは、G₁～G₅は、それぞれ対応する画素の画素値を示す。また、abs()は、()内の値の絶対値を求める関数である。そして、DVが横方向のラブラシアンフィルタの出力であり、DHが横方向のラブラシアンフィルタの出力である。式(1)、(2)から分かるように、エッジに沿った方向についてはラブラシアンフィルタの値は小さく、エッジを横切る方向についてはラブラシアンフィルタの値は大きくなる。特に斜状エッジ

マーフエッジの場合、そのエッジを横切る方向については、ラブリッシュフィルタの値は極めて大きくなる。【0020】DVとDHの値が求められると、次に両者を比較する。そして、値の小さい方に対応する方向を、注目画素G3のあるエッジの方向と判断する。具体的には次のようになる。

【0021】 $DH < DV$ の場合は、G3は横方向のエッジ

$$\begin{aligned} Ave &= (G2+G3+G4)/3 \\ Var &= ((G2^2+G3^2+G4^2)/3)-Ave^2 \end{aligned}$$

一方、 $DV < DH$ の場合は、注目画素G3は縦方向のエッジ上にあると判定し、縦方向についてG3を近接する緑画素G1、G5について、次式に従い平均及び分散を

$$\begin{aligned} Ave &= (G1+G3+G5)/3 \\ Var &= ((G1^2+G3^2+G5^2)/3)-Ave^2 \end{aligned}$$

そして、(3a) 及び (4a) 又は (3b) 及び (4b) により求めた平均Aveと分散Varを用いて、注目画素G3についてウイーナー(Wiener)フィルタを構成する。この場合、ウイーナーフィルタは次式で表され

$$G3' = Ave + (I3-Ave)*(Var-Noise)/Var$$

この式において、G3'はウイーナーフィルタの出力値を表し、Noiseは注目画素におけるノイズレベルを示す。ここで、ノイズレベルNoiseは、ノイズの分散値のディメンションで表す。本実施形態では、このウイーナーフィルタの出力G3'を、ノイズ除去された注目画素G3の画素値として用いる。

$$Noise = F(Ave)$$

ここで、F()は、画素値とノイズレベルNoiseとの関係を表す関数である。式(6)から分かるように、本実施形態では、注目画素G3の値にノイズが混じっていることを考慮して、G3の画素値そのままでではなく、近傍画素群での平均Aveを用いてノイズレベルを推定している。なお、関数Fは撮像デバイスの特性によって決まってくるものであり、撮像デバイスの機能ごとに、経験的に、あるいは実験などを行って、予め定めておく。図3に、関数Fの例を示す。

【0027】さて、再びウイーナーフィルタの式(5)を参照して説明する。この式から分かるように、ウイーナーフィルタの出力G3'は、ノイズレベルが大きいときには、近傍画素群の平均値(I3)に近づく傾向となり、ノイズレベルが小さいときは注目画素G3自身の画素値に近くなる。すなわち、ノイズレベルが大きい画素ほどフィルタが強く作用することになる。したがって、本実施形態によれば、フィルタの強さを、推定される各画素のノイズレベルに応じて適応的に調整することができる。

【0028】このように、この方法では、緑画素が横方向エッジ又は縦方向エッジのいずれの上にあるかを判定し、この判定で求められたエッジ方向において近接する緑画素の値のみを用いてノイズ除去用のフィルタを構成する。この場合、縦エッジや横エッジ上の緑画素

ジ上と判定する。そして、注目画素G3と、横方向についてG3と近接する緑画素G2、G4について、画素値の平均(Ave)及び分散(Var)を次式に従い求めることとする。

【0022】

【数2】

... (3a)

... (4a)

求める。

【0023】

【数3】

... (3b)

... (4b)

る。

【0024】

【数4】

... (5)

【0025】ここで、ノイズレベルNoiseを注目画素G3の画素値に応じて推定している。すなわち、ノイズレベルは次式によって求められる。

【0026】

【数5】

... (6)

については、そのエッジ上にある隣の緑画素を用いてフィルタが構成されるので、エッジ情報をよく保存される。このように、本実施形態によれば、解像度に影響の強い緑画素についてエッジ情報の劣化の少ないノイズ除去を実現でき、ひいては画像全体についてエッジ純化を抑えつつノイズ除去を行うことができる。

【0029】なお、以上の例では、ラブリッシュフィルタを構成の2方向について構成し、注目画素におけるエッジの方向性が縦であるか横であるかを判定したが、更に右下がり、右上がりなど斜め方向についてもラブリッシュフィルタを構成し、エッジの方向性を更にきめ細かく判定することも可能である；この場合、各方向のラブリッシュフィルタのうち出力値が最小となるものの方向をエッジ方向と判定し、この方向についてウイーナーフィルタを構成すればよい。

【0030】(2) 赤画素及び青画素のノイズ除去
赤画素及び青画素は、緑画素に比べて輝度に対する影響が小さいので、解像度への影響も小さい。このため、赤画素及び青画素については、緑画素のようなエッジ方向の考慮は行わず、注目画素近傍のすべての同色画素を用いてウイーナーフィルタを構成する。

【0031】ここで、本実施形態では、赤画素や青画素の画素値そのものの代わりに、輝度を表す緑値との当該画素の画素値(赤値又は青値)との差(色差と呼ぶ)を

用いてウーナーフィルタを構成する。

【0032】赤画素のノイズ除去を例にとって説明すると、まず各赤画素ごとに、その周囲の緑画素の緑画素に基づき補間処理を行い、その赤画素の位置における緑(G)値を求める。例えば、赤画素に隣接する4つの緑画素(図1参照)の画素値の平均を、その赤画素の緑画素とするなど方法を用いればよい。

【0033】図4に示すように、注目する赤画素R3に

$$Ave = \{(R1-g1)+(R2-g2)+(R3-g3)+(R4-g4)+(R5-g5)\}/5 \quad \dots \quad (7)$$

$$Var = \{(R1-g1)^2+(R2-g2)^2+(R3-g3)^2+(R4-g4)^2+(R5-g5)^2\}/5 - Ave^2 \quad \dots \quad (8)$$

注目画素R3についてのウーナーフィルタは次式によって表される。

$$R3'-g3 = Ave + ((R3-g3)-Ave)*(Var-Noise)/Var \quad \dots \quad (9)$$

なお、R3'はウーナーフィルタの出力であり、注目画素R3におけるノイズが除去された画素値を表す。また、Noiseはセンサ特性等より求める固定値である。

【0036】青画素についてのノイズ除去は、以上説明した赤画素の場合と同様に行なえばよい。

【0037】以上説明したように、本実施形態では、赤画素及び青画素については、その画素位置での緑値との色差を用い、注目画素近傍のすべての同色画素の情報を用いてノイズ除去処理を行なうため、エッジ方向の判定を行なわない。したがって、本実施形態では、赤画素及び青画素については時間の掛かる条件判定の処理を行わず、画素値によるノイズレベルの計算も簡便化していることで、高速処理を実現することもできる。

【0038】このような処理により、色ノイズに大きな影響を与える赤画素及び青画素についてのノイズ除去を少ない演算量で実現することができる。

【0039】以上、本発明に係るノイズ除去方法の好適な実施形態を説明した。以上説明したように、本実施形態によれば、解像度に影響の無い緑画素についてはエッジ方向を考慮することによりエッジ強化を抑制しつつノイズを除去することができ、解像度よりもむしろ色ノイズへの影響が問題となる赤画素及び青画素については少ない演算量でノイズ除去を実現することができる。

【0040】また、上記実施形態では、ノイズ除去を行うことにより、画素各部ごとにそのノイズレベルに合わせて適応的にノイズ除去(フィルタリング)を行うことができる。また、ウーナーフィルタで用いるノイズレベルを、注目画素の画素値(平均値)から推定するので、画素値に応じてノイズ量が変わることでCCDの性能を考慮した、適切なノイズ除去を実現することができる。

【0041】なお、図示したウーナーフィルタは、ノイズ除去用のフィルタとして最も好適なもの一つであるが、これ以外のフィルタでももちろん利用可能である。例えば、平均値フィルタやメディアンフィルタなどを用

いつのウーナーフィルタは、R1～R5の赤画素に基づき構成する。ここで、補間処理で求めた赤画素R1～R5の位置における緑値をそれぞれg1, g2, g3, g4, g5と表すと、本実施形態では、次式を用いて注目画素R3における色差の平均Aveと分散Varを算出する。

【0034】

【数6】

$$Ave = \{(R1-g1)+(R2-g2)+(R3-g3)+(R4-g4)+(R5-g5)\}/5 \quad \dots \quad (7)$$

$$Var = \{(R1-g1)^2+(R2-g2)^2+(R3-g3)^2+(R4-g4)^2+(R5-g5)^2\}/5 - Ave^2 \quad \dots \quad (8)$$

【0035】

【数7】

$$R3'-g3 = Ave + ((R3-g3)-Ave)*(Var-Noise)/Var \quad \dots \quad (9)$$

いることもできる。例えば緑画素の場合は、求めたエッジ方向についてそれらフィルタを構成すればよい。このように、ウーナーフィルタ以外のフィルタを用いる場合、ウーナーフィルタの特徴であるノイズレベルに応じた適切的なフィルタリング作用を得ることはできないが、線状エッジマスクやルーフエッジなどのエッジの鈍化の抑制にはある程度の効果を得ることができる。

【0042】また、上記実施形態では、緑画素についてのみエッジの方向性を考慮した処理を行なったが、赤画素や青画素についても緑画素と同様エッジ方向性を考慮した処理を行なうことも可能である。

【0043】また、上記実施形態では、ペイヤータイプの色フィルタを持つCCDを例にとって説明したが、緑画素の配列パターンについてはインクライン方式の色フィルタはペイヤータイプと同じなり、上記実施形態で示した方法は緑画素についてはインクライン方式のCCDにも適用可能である。

【0044】また、上記実施形態では、固体カラー撮像デバイスとしてCCDを例にとって説明したが、明らかのように上述の方法はCCD以外の撮像デバイスにも適用可能であり、同様の効果を得ることができる。

【図1の簡単な説明】

【図1】ペイヤータイプの色フィルタアレイにおける各色配列パターンを示す図である。

【図2】緑画素のノイズ除去方法の説明のために、ペイヤータイプの色フィルタアレイのうち緑画素の配列を示した図である。

【図3】ノイズレベル(Noise)と画素値(Ave)との関数Fの一例を示すグラフである。

【図4】赤画素のノイズ除去方法の説明のために、ペイヤータイプの色フィルタアレイのうち赤画素の配列を示した図である。

【符号の説明】

R, R1～R5 赤画素, G, G1～G5 緑画素, B 青画素。

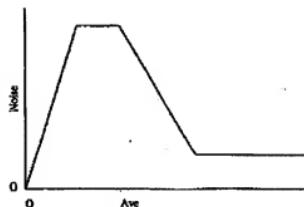
【図1】

G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G

【図2】

G1		
G2	G3	G4
G5		

【図3】



【図4】

	R1	
R2	R3	R4
	R5	